

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1994/95

Oktober/November

EAH 222/3 - ASAS MEKANIK BENDALIR

Masa : [3 jam]

Arahan Kepada Calon:

1. Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS (12) helai muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Kertas ini mengandungi TUJUH (7) soalan. Jawab LIMA (5) soalan sahaja. Markah hanya akan dikira bagi LIMA (5) jawapan PERTAMA yang dimasukkan di dalam buku mengikut susunan dan bukannya LIMA (5) jawapan terbaik.
3. Semua soalan mempunyai markah yang sama.
4. Semua jawapan MESTILAH dimulakan pada muka surat yang baru.
5. Semua soalan MESTILAH dijawab dalam Bahasa Malaysia.
6. Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.

...2/-

1. [a] Satu benda yang mempunyai jisim 3 kg diletakkan di atas satu planet di mana pecutan gravitinya adalah 5.0 m/s^2 . Apakah jisim benda ini di atas planet tersebut dalam kilograms? Apakah berat benda ini dalam unit Newtons? Apakah daya yang diperlukan untuk memecut benda ini pada pecutan 2.0 m/s^2 ?

[3 markah]

- [b] Persamaan Stokes-Oseen bagi daya seret F ke atas sfera bergarispusat D di dalam satu aliran berhalaju rendah V diberi sebagai:

$$F = 3\pi\mu DV + \frac{9\pi}{16} \rho v^2 D^2$$

di mana μ adalah kelikatan dinamik dan ρ adalah ketumpatan. Adakah persamaa ini memenuhi kehendak prinsip kehomogenan dimensi?

[5 markah]

- [c] Satu medan halaju diberikan oleh:

$$\vec{V} = ax^2 \hat{i} + bxy \hat{j}$$

di mana $a = 2/(\text{m.s})$, $b = -4/(\text{m.s})$, dan unit bagi koordinat adalah meter. Adakah medan halaju ini 1-D, 2-D atau 3-D? Kira komponen halaju pada titik $(2, 1/2, 0)$. Apakah magnitud halaju ini?

[4 markah]

- [d] Agihan laju bagi satu aliran lamina antara dua plat yang selari dan tetap diberikan oleh

$$\frac{u}{u_{\max}} = 1 - \left(\frac{2y}{h} \right)^2$$

di mana h adalah jarak antara kedua-dua plat dan asalan koordinat terletak di tengah antara plat-plat tersebut.

Pertimbangkan aliran air pada 15°C ($\mu = 0.00115 \text{ N/m}^2$) dengan halaju maksimum 0.30 m/s dan $h = 0.5 \text{ mm}$. Kirakan tegasan ricih pada plat atas.

[8 markah]

...3/-

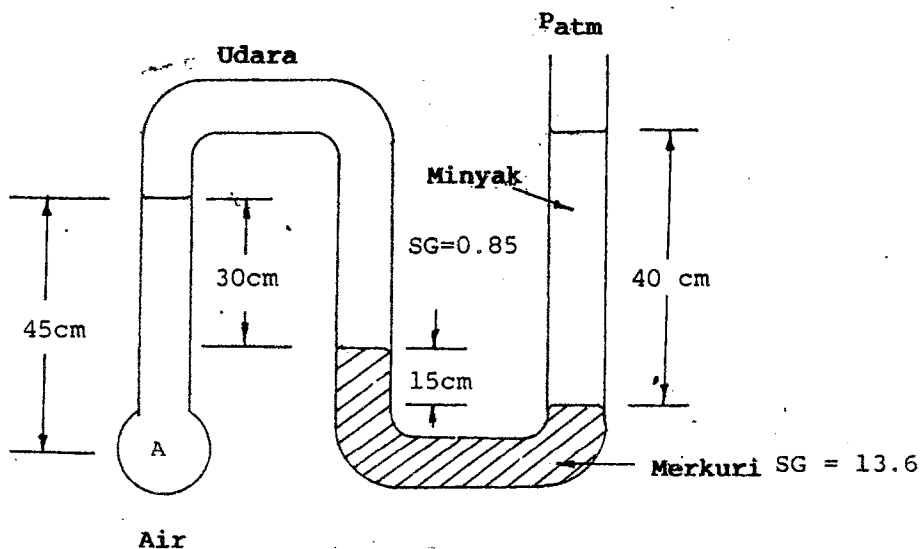
2. [a] Satu sistem dalam Gambar Rajah 1 berada pada suhu 20°C . Jika tekanan atmosfera ialah 101 kPa dan tekanan di dasar tangki ialah 237 kPa , apakah graviti tentu bendalir X? Diberi $\text{SG}_{\text{minyak}} = 0.89$ dan $\text{SG}_{\text{merkuri}} = 13.6$.

SAE 30 minyak	1m
Air	2m
Bendalir x	3m
Merkuri	0.5m

Gambar Rajah 1

[5 markah]

- [b] Kirakan tekanan tolok di titik A dalam Gambar Rajah 2 di mana berat tentu udara adalah 12 N/m^3 , dan $\text{SG}_{\text{merkuri}} = 13.6$. Adakah ianya lebih tinggi atau lebih rendah daripada tekanan atmosfera?

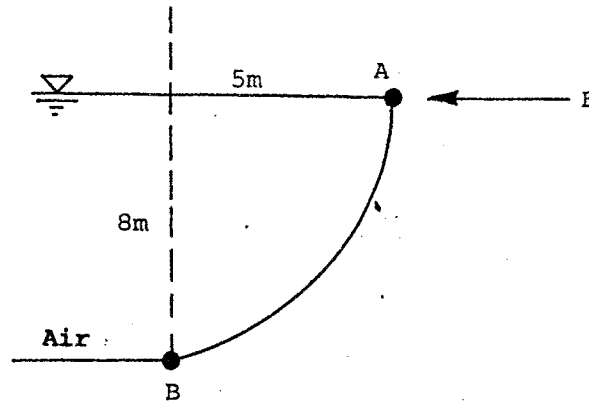


Gambar Rajah 2

[7 markah]

... 4/-

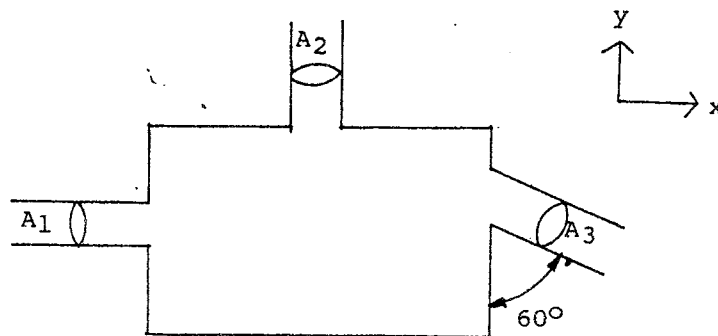
2. [c] Pintu AB dalam Gambar Rajah 3 ialah 10 m lebar dan berbentuk parabolik. Ianya disendikan pada titik B. Kirakan daya F yang diperlukan untuk memastikan pintu AB berada dalam keadaan keseimbangan. Abaikan tekanan atmosfera.



Gambar Rajah 3

[8 markah]

3. [a] Satu bendalir yang mempunyai ketumpatan 1050 kg/m^3 mengalir secara mantap melalui kotak segiempat tepat seperti dalam Gambar Rajah 4. Diberi $A_1 = 0.05 \text{ m}^2$, $A_2 = 0.01 \text{ m}^2$, $A_3 = 0.06 \text{ m}^2$, $\vec{V}_1 = 4 \uparrow \text{ m/s}$, dan $\vec{V}_2 = -8 \uparrow \text{ m/s}$. Kirakan magnitud halaju V_3 .

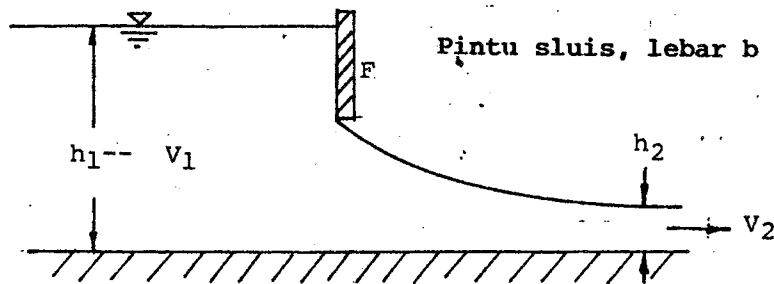


Gambar Rajah 4

[5 markah]

...5/-

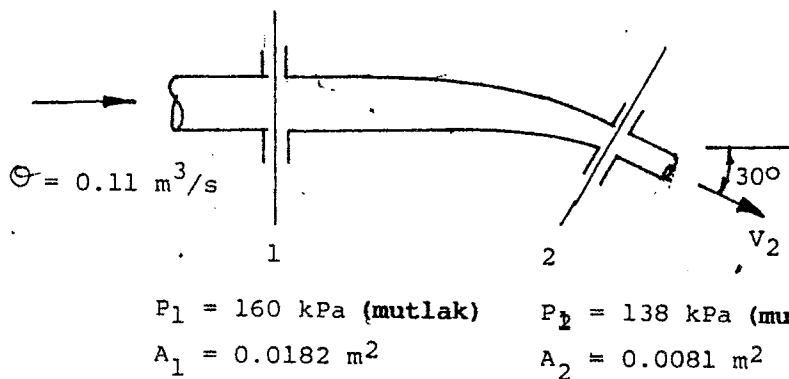
3. [b] Air yang mengalir di dalam satu saluran terbuka boleh dikawal dan diukur dengan satu pintu sluis seperti dalam Gambar Rajah 5. Pada satu jarak sederhana di hulu dan hilir pintui sluis, aliran dikeratan 1 dan 2 adalah seragam dan tekanannya adalah hidrostatik. Terbitkan satu ungkapan bagi daya F yang diperlukan untuk memastikan pintu sluis berada dalam keadaan keseimbangan sebagai satu fungsi ρ , V , g , h_1 dan h_2 . Abaikan daya geseran di dasar.



Gambar Rajah 5

[5 markah]

- [c] Gambar Rajah 6 menunjukkan satu siku 30° yang mengecil. Tentukan komponen-komponen daya yang mesti dibekalkan oleh paip-paip berdekatan untuk mengelakkan siku tersebut dari bergerak:

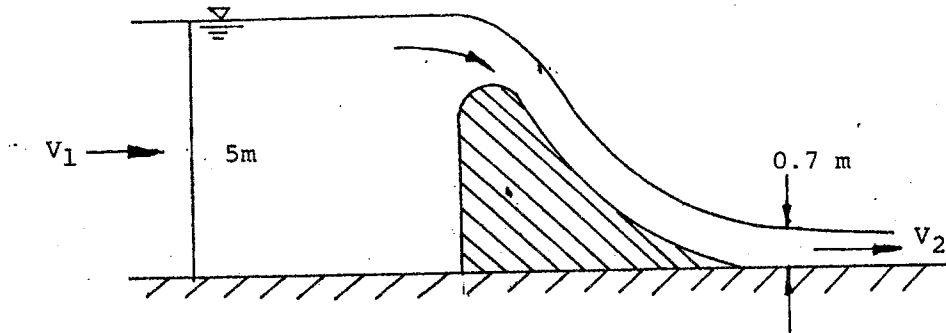


Gambar Rajah 6

[10 markah]

...6/-

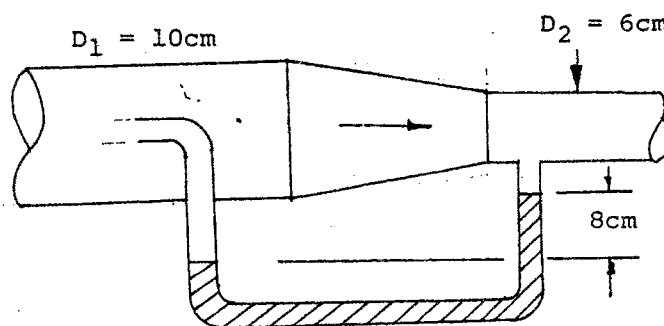
4. [a] Air mengalir di atas salur limbah seperti dalam Gambar Rajah 7. Halaju adalah seragam dikeratan 1 dan 2 di mana tekanan adalah hidrostatik. Dengan mengabaikan kehilangan turus, kirakan V_1 dan V_2 . Andaikan lebar salur limbah tersebut sebagai 1 m.



Gambar Rajah 7

[5 markah]

- [b] Dalam Gambar Rajah 8, bendalir yang mengalir adalah udara (berat tentu = 12 N/m^3), dan bendalir manometer adalah minyak merah Meriam (SG = 0.827). Dengan mengandaikan kehilangan turus, kirakan kadar alir dalam m^3/s .

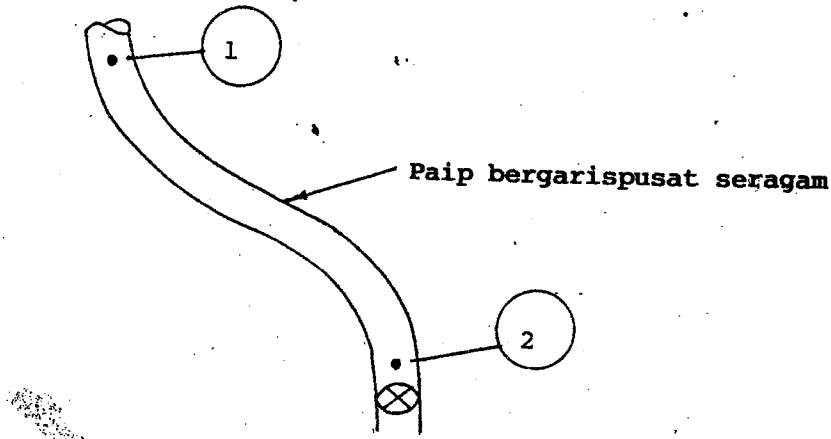


Gambar Rajah 8

[8 markah]

...7/-

4. [c] Paip panjang dalam Gambar Rajah 9 dipenuhi dengan air. Bila injap A ditutup, $P_2 - P_1 = 69 \text{ kPa}$. Bila injap dibuka, air mengalir pada kadar $0.28 \text{ m}^3/\text{s}$, $P_1 - P_2 = 234 \text{ kPa}$. Apakah kehilangan turus yang disebabkan oleh geseran antara keratan 1 dan 2 dalam m bagi keadaan mengalir.



Gambar Rajah 9

[7 markah]

5. [a] Buktikan untuk aliran lamina yang mantap dan dua-dimensi dengan kesan-kesan graviti yang boleh diabaikan, persamaan Navier Stokes dan persamaan keterusan yang diberikan di Lampiran 1 boleh diringkaskan kepada:

$$\frac{u\partial u}{\partial x} + \frac{v\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left\{ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right\} \quad - (5.1)$$

$$\frac{u\partial v}{\partial x} + \frac{v\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left\{ \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right\} \quad - (5.2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0. \quad - (5.3)$$

ν ialah kelikatan bendalir.

[5 markah]

...8/-

5. [b] Buktikan untuk satu aliran lapisan sempadan melepasi plat rata yang selari kepada aliran, persamaan-persamaan (5.1), (5.2), (5.3) boleh diringkaskan seterusnya kepada:

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \quad - (5.4)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad - (5.5)$$

- (i) Nyatakan dua andaian yang telah dibuat dalam terbitan tersebut.
- (ii) Nyatakan dua perbezaan antara persamaan-persamaan (5.4) dan (5.5) dengan persamaan asal Navier Stokes (Lampiran 1).
- [c] Untuk aliran tak boleh mampat untuk lapisan sempadan lamina pada plat rata yang licin, persamaan untuk tegasan ricih seperti di bawah ini diperolehi:

$$T_o = 0,332 \frac{\mu U}{x} \sqrt{R_x} \quad - (5.6)$$

iaitu T_o = tegasan ricih

μ = kelikatan

u = halaju

R_x = Nombor Reynolds Setempat

x = jarak

Jikalau juga untuk tegasan ricih ialah:

$$T_o = C_f \frac{\rho u^2}{2} \quad - (5.7)$$

iaitu C_f = pekali kekasaran setempat

ρ = ketumpatan bendalir

- (i) Buktikan untuk lapisan sempadan lamina, pekali kekasaran setempat ialah

$$C_f = 0.664 / R_x \quad - (5.8)$$

...9/-

5. (ii) Buktikan seretan kekasaran untuk plat nipis yang berdimensi panjang L dan lebar B ialah

$$F_f = 0.664 B \sqrt{\rho u^3 \mu L} \quad - (5.9)$$

- (iii) Buktikan untuk lapisan sempadan lamina, pekali kekasaran ialah

$$C_f = 1.328 / \sqrt{R_x} \quad - (5.10)$$

[5 markah]

- [d] Peroleh kekasaran, ketebalan lapisan sempadan dan tegasan ricih di pinggir mengekor sebuah plat lebar 20cm dan panjang 60cm, diletakkan membujur dalam cecair yang mempunyai ketumpatan tentu 0.925 pada 20°C yang mengalir pada halaju 80cm/s. Gunakan rajah 10 untuk membantu pengiraan anda.

[5 markah]

6. [a] Terangkan dengan bantuan lakaran tiga syarat untuk sesuatu jasad boleh berada dalam keseimbangan.

[4 markah]

- [b] Takrifkan istilah-istilah berikut:

- (i) pusat graviti jasad
- (ii) pusat ketimbulan jasad
- (iii) metapusat

[3 markah]

- [c] Tunjukkan yang kestabilan jasad terapung bergantung kepada lokasi metapusat dan pusat graviti jasad tersebut.

[5 markah]

- [d] Sebuah kun pejal dengan sudut puncak 60° mempunyai ketumpatan K_b nisbi kepada cecair di mana ia terapung dengan puncaknya di bawah. Peroleh nilai K_b untuk kestabilan yang seimbang.

[8 markah]

.. 10/-

7. [a] [i] Tunjukkan dari prinsip-prinsip pertama yang kadar alir teori melalui sebuah takuk segiempat ialah:

$$Q = \frac{2}{3} B \sqrt{2g} H^{3/2}$$

iaitu B ialah lebar takuk dan H ialah tinggi aras air dari dasar takuk.

[3 markah]

- [iii] Terangkan kenapa persamaan ini perlu diubahsuaikan dalam praktis.

[4 markah]

- [iii] Aliran melalui sebuah takuk segiempat ialah $0.20 \text{ m}^2/\text{s}$ dan aras air ialah 450 mm di atas ambang. Jikalau pekali kadar alir ialah 0.75, peroleh lebar takuk yang diperlukan.

[3 markah]

- [b] [i] Terangkan dengan jelas takuk Cipolletti dan nyatakan kelebihanannya.

[2 markah]

- [ii] Sebuah takuk trapezoid terkecut sepenuhnya mempunyai pekali kadar alir 0.700 dan lebar dasar L. Kirakan sudut kecondongan θ di tepi takuk jikalau ianya mempunyai kadar alir yang sama pada terus H untuk takuk segiempat yang lebarnya L tanpa pengecutan tepi.

[4 markah]

- [c] Terangkan dengan batuan lakaran istilah-istilah berikut:

- (i) napah meleset
- (ii) napah tenggelam
- (iii) napah terpaut

[3 markah]

...11/-

APPENDIX I

a) Navier Stokes Equation:

(i) χ - direction :

$$\rho \left\{ \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right\} = - \frac{\partial p}{\partial x} + \rho g_x + \mu \left\{ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right\}$$

(ii) y - direction :

$$\rho \left\{ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right\} = - \frac{\partial p}{\partial y} + \rho g_y - \mu \left\{ \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right\}$$

(iii) Z - direction :

$$\rho \left\{ \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right\} = - \frac{\partial p}{\partial z} + \rho g_z - \mu \left\{ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right\}$$

(iv) Continuity Equation :

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0.$$

where : u, v, w are velocities in the χ, y and Z direction respectively.

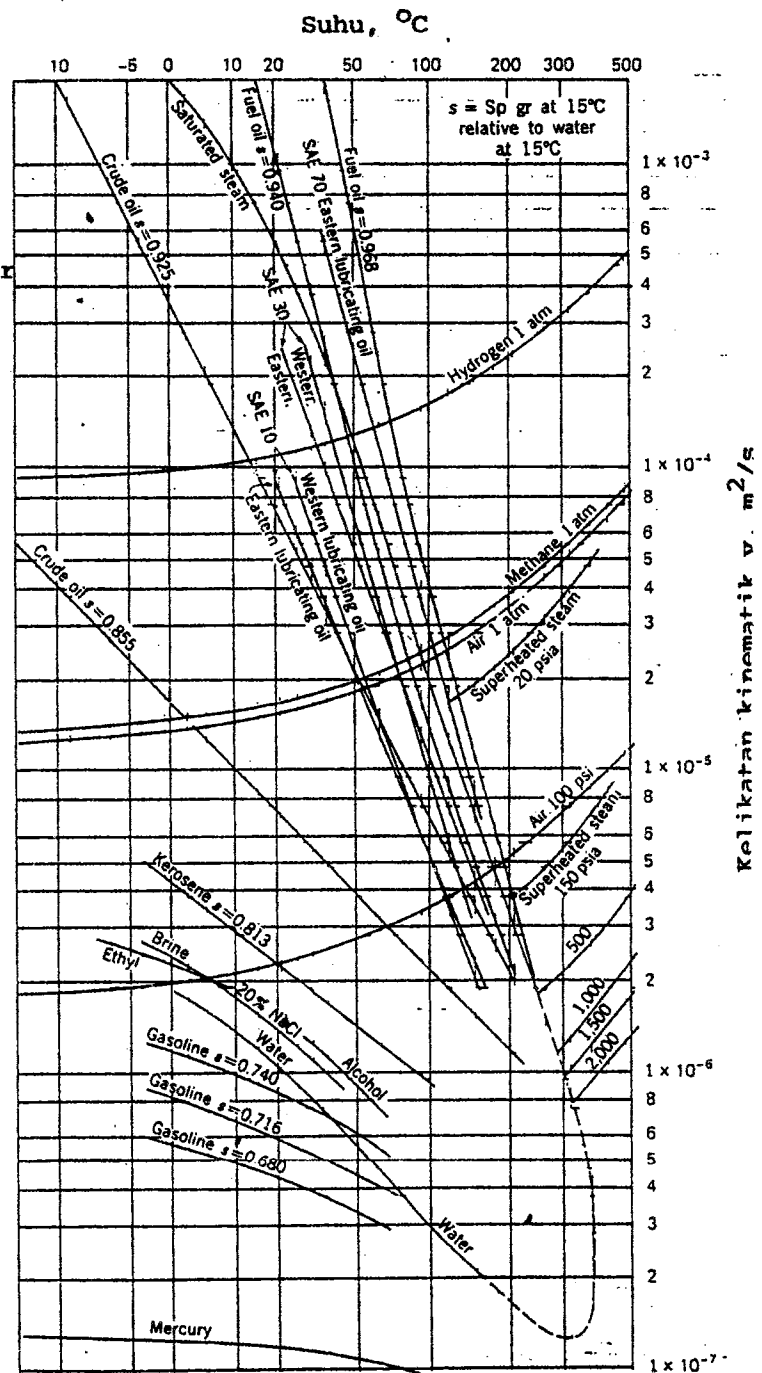
ρ is the density of fluid.

p is the pressure

g is the gravity relative to x, y and Z direction.

LAMPIRAN

Crude oil = minyak mentah
 Saturated steam = wap sejat
 Fuel oil = minyak bahanapi
 Lubricating oil = minyak pelincir
 Kerosene = kerosin
 Brine = air garam
 Ethyl = etyl
 Gasoline = gasolin
 Water = air
 Alcohol = alkohol
 Methane = methane
 Hydrogen = hidrogen



Gambar Rajah 10

